Beitrag zur Kenntnis der Gneise des südlichen Schwarzwaldes

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde, vorgelegt
der naturwissenschaftlich-mathematischen
Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität
zu Freiburg im Breisgau

von

Reinold Kummer
aus Danzig-Neufahrwasser

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

HOF- U. UNIVERSITÄTSBUCHDRUCKEREI
C. A. WAGNER / FREIBURG IM BREISGAU
1912

Dekan:
Geh. Hofrat Prof. Dr. L. Stickelberger.

Referent:
Prof. Dr. L. Gattermann.

Über die chemische Zusammensetzung der Schwarzwaldgesteine ist noch verhältnismäßig wenig bekannt. Dies gilt ganz besonders von den die Hauptmasse des Gebirges ausmachenden Gneisen. Es sind bisher im ganzen 18 Analysen von echten Schwarzwaldgneisen ausgeführt worden, von denen einige schon recht alt sind und den jetzigen Anforderungen kaum mehr genügen dürften. Nachstehend habe ich alle diese Analysen zusammengestellt. Von den hier aufgeführten Gneisen werden 5—9, 14—18 zum Renchgneis der Geologischen Spezialkarte des Großherzogtums Baden (Paragneise von Rosenbusch = Sedimentgneise) gerechnet, während 10—13 als Schapbachgneise (Orthogneise von Rosenbusch = Eruptivgneise) angesehen werden.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	73,29	70,81	73,91	66,93	63,48	64,57	61,20	71,96	80,89
TiO_2	—	—	—	—	0,44	0,80	1,19	—	0,41
Al_2O_3	13,88	14,99	13,44	16,47	16,47	16,76	17,40	13,28	8,31
Fe_2O_3	0,75	1,98	0,98	1,31	1,28	0,92	1,20	1,16	0,58
FeO	1,71	3,22	1,02	3,55	4,73	4,48	5,76	3,25	2,34
MnO	—	—	—	—	—	—	—	—	—
BaO	0,26	0,23	0,20	Sp.	—	—	—	—	—
MgO	0,84	1,15	0,21	1,29	0,97	2,41	2,53	1,17	1,22
CaO	2,85	1,92	2,62	3,35	1,19	0,80	0,93	1,71	0,48
Na_2O	3,93	5,16	4,98	3,96	3,24	3,33	2,86	3,82	2,83
K_2O	1,95	1,03	2,76	1,52	6,87	4,06	4,07	2,22	2,00
H_2O	0,77	0,94	—	1,15	1,00*	2,20*	2,19*	0,69*	0,92
P_2O_5	0,37	Sp.	—	—	—	—	—	—	—
	100,60	101,43	100,12	99,53	99,67	100,33	99,33	99,26	99,18

* Glühverlust.

1. Körnig-streifiger Gneis, Wildschapbachtal[1].
2. Schiefriger Gneis, Schapbach beim Gasthaus z. Ochsen[1].
3. Körniger Gneis, Schapbach[1].
4. Glimmerreicher Normalgneis, Stohren b. Hofsgrund[2].
5. Normaler, körnig- bis schiefrig-schuppiger Gneis von mittlerem Glimmergehalt ohne Granat und Sillimanit. Unterer Gelbach bei Oberwolfach[3,4].
6. Eine glimmerreiche Abänderung von 5 mit etwas Sillimanit[3,4].
7. Eine Abänderung von 5 mit Sillimanit und fahlunitartigen Flecken[3,4,6].
8. Feinkörniger Gneis, eingelagert im Gneis der Analyse 5[3,4,6].
9. Feinkörniger, quarzitischer Gneis. Schapbachtal, Gneiswand oberhalb des Gasthofes z. roten Ochsen[3,4,6].

[1] K. Killing, Über den Gneis des nordöstlichen Schwarzwaldes und seine Beziehungen zu den Erzgängen. Inaug.-Dissertation Würzburg 1878.

[2] A. Schmidt, Geologie des Münstertales im badischen Schwarzwald. Heidelberg 1886, S. 30.

[3] Geolog. Spezialkarte des Großherzogtums Badens. A. Sauer, Erläuterungen zu Blatt 82, Gengenbach. 1894, S. 13 u. 23.

10	11	12	13	14	15	16	17	18	
76,10	75,80	68,21	70,25	72,12	59,65	65,63	58,98	70,73	SiO_2
—	—	0,41	0,27	—	0,73	Sp.	Sp.	1,08	TiO_2
11,19	11,59	15,22	14,47	12,63	15,22	21,92	23,24	12,58	Al_2O_3
1,66	1,88	0,89	0,85	1,76	4,15	2,64	5,85	1,86	Fe_2O_3
Sp.	Sp.	2,88	2,30	2,81	3,07	2,12	1,00	3,16	FeO
Sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	MnO
—	—	—	—	—	—	Sp.	Sp.	—	BaO
0,22	0,22	1,65	1,93	0,84	3,22	0,30	1,19	1,44	MgO
0,45	0,59	2,66	2,64	1,72	0,86	3,09	5,65	1,24	CaO
3,62	3,67	4,43	2,82	3,53	2,68	2,13	2,62	3,44	Na_2O
6,91	5,68	2,47	3,04	4,44	3,14	1,32	1,31	3,64	K_2O
0,18*	0,21*	0,84*	0,95*	0,56*	5,64	1,10	0,76	1,21	H_2O
—	—	0,10	—	—	0,05	—	—	—	P_2O_5
00,33	99,64	99,76	99,69	100,41	98,41	100,25	100,60	100,38	

* Glühverlust.

10. Normaler, biotitfreier Granulit mit zahlreichen, aber sehr kleinen Granaten. Wildschapbachtal [3 4 6].
11. Glimmergranulit mit spärlichen Biotitschüppchen. Ebenda [3 4 6].
12. Glimmerreicher, körnig-schuppiger Gneis. Ebenda [3 4 6].
13. Orthitgneis. (Mit 0,17 seltenen Erden.) Wildschapbachtal [4 5 6].
14. Feinkörniger Gneis. Hirschbächle bei Freiersbach [5].
15. Glimmergneis. (Mit 1,59 C) Bahnhof Waldkirch [6 7].
16. Glimmergneis. (Mit Spur BaO) Renchtal bei Freiersbach [6].
17. Glimmergneis. (Mit Spur BaO) Ebenda [6].
18. Renchgneis. Fahrstraße Hirzberg—St. Ottilien b. Freiburg [8].

[4] Geolog. Spezialkarte des Großherzogtums Baden. A. Sauer, Erläuterungen zu Bl. 88/89, Oberwolfach-Schenkenzell. 1895, S. 13 u. 32.

[5] Geolog. Spezialkarte des Großherzogtums Badens. F. Schalch, Erläuterungen zu Blatt 83/84, Peterstal-Reichenbach. 1895, S. 13 u. 26.

[6] H. Rosenbusch, Elemente der Gesteinslehre. Stuttgart 1898, S. 468 und 470/71.

[7] H. Rosenbusch, Der Pelitgneis vom Bahnhof Waldkirch. Mitteil. d. Gr. Bad. Geol. Landesanstalt. 4, 21 (1903).

[8] G. Rühle, Über die Verwitterung von Gneis. Inaug.-Dissertation Freiburg i. Br. 1911.

Wie man sieht, sind bisher fast ausschließlich Gneise des mittleren und nördlichen Schwarzwaldes untersucht worden, während aus dem südlichen Schwarzwald nur eine Analyse aus der Umgebung von Freiburg, eine von Waldkirch und eine von Hofsgrund vorliegt. Auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. Meigen habe ich mich bemüht, diese Lücke etwas auszufüllen und drei Gneise aus der nächsten Umgebung von Freiburg und einen weiteren aus dem Elztal chemisch und petrographisch untersucht.

Der erste der untersuchten Gneise steht unterhalb der Luisenhöhe in der Nähe des Magnatenfelsens an, der zweite beim Gasthaus zum Bohrer hinter Günterstal, der dritte an der Fahrstraße vom Jägerhäusle zum Schloßberg und der vierte beim Dorf Yach.

Die zur Analyse und den Dünnschliffen verwendeten Handstücke sind von mir unter Führung und Anleitung des hiesigen Landesgeologen Dr. K. Schnarrenberger geschlagen worden.

Die Handstücke habe ich zunächst in Scheiben von etwa 2—3 mm Dicke schneiden lassen und dann eine oder zwei zum Dünnschliff ausgesucht und jeweils die beiden dazu benachbarten gemeinsam zur Analyse gepulvert, um möglichst das gleiche Material zum Dünnschliff wie zur Analyse zu haben. Die zur Analyse bestimmten Stücke wurden zunächst auf einem Nickelstahlamboß zerkleinert und dann im Achatmörser zur Staubfeinheit zerrieben.

Die so vorbereitete, lufttrockene Substanz wurde zu den folgenden Bestimmungen verwendet.

Ungefähr 1 g der Substanz wurde zur Bestimmung von SiO_2, TiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MnO, MgO und CaO mit

Natriumkarbonat aufgeschlossen. Die Schmelze wurde nach der Methode von V. M. Goldschmidt[1] in konzentrierter Salpetersäure gelöst und unter Zusatz von einigen Tropfen Wasserstoffsuperoxyd zweimal zur staubigen Trockne eingedampft. Auf diese Weise erhält man die Kieselsäure fast völlig rein. Die weitere Ausführung wurde in der üblichen Weise vorgenommen. Tonerde, Eisenoxyd, Manganoxyd und Titansäure wurden zusammen gewogen, dann mit Kaliumpyrosulfat aufgeschlossen und in der Lösung zuerst das Mangan nach Oxydation mit Ammoniumpersulfat und Silbernitrat kolorimetrisch, sodann das Eisen nach Reduktion mit Schwefelwasserstoff mittels Kaliumpermanganat titriert und schließlich das Titan mit Wasserstoffsuperoxyd kolorimetrisch bestimmt. Die Tonerde wurde aus der Differenz berechnet.

Die Bestimmung der Alkalien wurde nach der Methode von Lawrence Smith ausgeführt. Zur Bestimmung des im Gneis anwesenden Eisenoxyduls wurde dieser nach der Methode von Pebal-Doelter mittels Fluß- und Schwefelsäure im Kohlensäurestrom aufgeschlossen.

Zur Bestimmung des hygroskopischen Wassers wurde die Substanz mehrere Stunden lang auf 100° erhitzt. Die Bestimmung des Gesamtwassers wurde nach der Methode von Brush-Penfield ausgeführt.

Die Kohlensäure wurde auf nassem Wege nach Fresenius-Classen bestimmt.

Um auf eventuell vorhandenen Schwefel und Phosphor zu prüfen, wurde eine abgewogene Substanzmenge mit

---

[1] V. M. Goldschmidt, Notis om kvantitativ bestemmelse av kiselsyre. Tidsskrift for kemi, farmaci og terapi (Pharmacia) 1910.

rauchender Salpetersäure gekocht und das Filtrat mit Baryumnitrat auf Schwefelsäure und mit Ammoniummolybdat auf Phosphorsäure geprüft.

Auf weitere Stoffe, wie ZrO_2 und Fl, wurde nicht geprüft, da sie sich unter dem Mikroskop nur in ganz untergeordneter Menge zeigten.

1. Der Gneis von der Luisenhöhe.

Die zur Analyse und zur mikroskopischen Untersuchung verwendeten Handstücke wurden aus dem Steinbruch etwa 100 m oberhalb des aus Granit bestehenden Magnatenfelsens an der Fahrstraße, die von Freiburg auf die Luisenhöhe führt, geschlagen. Dieser Gneis steht jedenfalls in naher Beziehung zu den von Fr. Graeff[1] für das Blatt Hartheim-Ehrenstetten der badischen geologischen Landesaufnahme beschriebenen Rench- und Cordieritgneisen. Dieser Zusammenhang wird vermittelt durch einen Gneis, der räumlich mitten zwischen dem Steinbruch am Magnatenfelsen und der Kartengrenze des Blattes Hartheim-Ehrenstetten liegt, in der Bodlesau an einer weiter nördlich gelegenen Schleife derselben Fahrstraße auf die Luisenhöhe. Dieser Gneis enthält die für Renchgneise charakteristischen Quarz-Feldspat-Anhäufungen in pegmatitoider Ausbildung in Knauern von Brotlaibgröße und führt in diesen haselnußgroße Glimmerpseudomorphosen nach Cordierit. Wegen der durch diese Einlagerungen bedingten Ungleichmäßigkeit und schon zu weit vorgeschrittener Zersetzung war dieser Gneis nicht zur Analyse geeignet. Der Steinbruch am Magnatenfelsen zeigt ein schmutzig-graues

[1] Geolog. Spezialkarte des Großherzogtums Baden. G. Steinmann und Fr. Graeff, Erläuterungen zu Bl. 115/116, Hartheim-Ehrenstetten. 1897.

bis bläuliches, feinkörniges Gestein mit schwärzlichen Zwischenlagen, die eine deutliche Schichtung oder Schieferung bewirken. Diese letztere wechselt aber in ihrem Fallen und Streichen, so daß man von einheitlichen Lagerungsverhältnissen nicht reden kann. Offenbar liegt auch hier eine der von Graeff erwähnten Abweichungen von der allgemeinen Streichrichtung SW—NO des Schwarzwaldgneises vor, da ich die immerhin vorherrschende Streichrichtung NW—SO gemessen habe, mit einem im allgemeinen westlichen Einfallen des Gneises. Es scheint das seinen natürlichen Grund in den in diesem und dem Nachbargebiet Hartheim-Ehrenstetten häufigen Granitgängen zu haben, was ich aus den vollkommen verworrenen Verhältnissen in unmittelbarer Nähe des Granits vom Magnatenfelsen schließe. Immerhin aber finden sich im Steinbruch zwei deutlich voneinander verschiedene Absonderungsrichtungen, die, sobald sie in größerer Fläche längere Zeit freigelegt gewesen sind, sich mit einem eisenhaltigen Besteg bedecken. Auch ihr Streichen verläuft NW—SO, doch fällt die eine senkrecht und die andere unter 35° N.

Eine für die Renchgneise des Schwarzwaldes charakteristische Erscheinung bilden auch hier Linsen von fast reinem Quarz mit nur geringem Gehalt an Feldspat. Diese liegen teils so zwischen den Gneislagen, daß sie denselben folgen, teils aber durchbrechen sie dieselben auch und sind dann vollkommen diskordant eingelagert. Doch erreichen sie in diesem Steinbruch nicht entfernt die Größe der Pegmatitoidlinsen von der Bodlesau.

Wegen dieser Quarzknauern kann von einer durchgreifenden Struktur nicht gesprochen werden. Denn eine körnig-schiefrige stören sie bedeutend und für eine

rein körnig-flaserige wiederum erinnern die dunklen Zwischenlagen in ihrer Ausbildung zu sehr an Glimmerschiefer. Es ist auch hier ein stetig wechselnder Übergang zwischen beiden, wie A. Sauer es für die Renchgneise vom Blatt Gengenbach beschreibt.

Makroskopisch deutlich zu erkennen sind in dem Gestein Quarz und Feldspat neben einem gewissen Gehalt an Glimmer. Als mikroskopisch wahrnehmbare Nebengemengteile wurden ferner Zirkon, Titanit, Epidot, geringe Mengen von Calcit und Apatit erkannt.

Der Feldspat erwies sich im Dünnschliff größtenteils schon stark angewittert. Im gewöhnlichen Licht zeigt er keine einheitlich glatte Oberfläche, sondern sieht wie angeätzt aus. Im polarisierten Licht, zwischen gekreuzten Nikols erkennt man, daß sowohl Orthoklas wie Plagioklas vorkommen. Während der Orthoklas verhältnismäßig frisch erscheint, ist der Plagioklas mit einem dichten Schleier von meist außerordentlich kleinen Partikelchen der Umsetzungsprodukte überzogen.

Leider war die Zersetzung der Feldspäte schon so weit vorgeschritten, daß aus der manchmal kaum mehr wahrnehmbaren, durch das Albitzwillingsgesetz bedingten, lamellaren Auslöschung nicht mehr auf das Mengenverhältnis der Komponenten des Plagioklas (Albit-Anorthit) geschlossen werden konnte. Nach der übereinstimmenden Meinung von A. Sauer und K. Schnarrenberger wechselt dies bei Renchgneisen des Schwarzwaldes schon auf kurze Entfernung hin sehr stark. Die im allgemeinen geringe Auslöschungsschiefe in der symmetrischen Zone, sowie die schwache Lichtbrechung läßt auf überwiegenden Albit schließen, worauf auch die im allgemeinen ziemlich feine Zwillingsstreifung deutet.

Durch diese Zersetzung sind die Feldspäte verhältnismäßig leicht vom Quarz zu unterscheiden. Dieser zeigt im gewöhnlichen Licht große zusammenhängende Massen. Diese lösen sich aber zwischen gekreuzten Nikols in ein pegmatitisches Gefüge auf, das durch die verschieden orientierte Auslöschung der einzelnen Teile ein schachbrettartiges Aussehen erhält. Gestört wird dieses Bild etwas durch die deutlich undulöse Auslöschung einzelner Quarzindividuen, die nach Graeff auf starke Druckwirkungen schließen läßt. Aber auch der einzelne Quarz verliert bei starker Vergrößerung seine Einheitlichkeit und die meisten Individuen wimmeln von Einschlüssen, darunter befinden sich auch solche von Flüssigkeiten, die deutlich die dauernd sich bewegende Libelle zeigen.

Von dunklen Gemengteilen ist Biotit mit deutlichem Pleochroismus und stets kleinem Achsenwinkel nur in ganz untergeordnetem Maße vorhanden. Das übrige ist eine blaßgrünliche, bisweilen Pleochroismus zeigende Masse, die unter dem gesteinsbildenden Druck offenbar stark verquetscht ist und sich jetzt vollkommen den härteren Gemengteilen anschmiegt. Es ist dies ein Gemisch von Umwandlungsprodukten des Glimmers einerseits und des Cordierits andererseits. In ihm finden sich ferner die Zirkone, der Titanit und der Epidot. Dieses Gemisch zerfällt nun gemäß den Linien des geringsten Widerstandes in einzelne Schüppchen, die im Schliff senkrecht zur Schichtung als Streifen erscheinen. Sie bestehen einerseits aus einheitlichen Blättchen von Chlorit, die wohl aus früherem Biotit hervorgegangen sind, da sich die geringen Reste des letzteren stets in Zusammenhang damit finden. Andererseits bilden sie Streifen von schuppigen Massen,

die möglicherweise ebenfalls Umwandlungsprodukte von Biotit sind. Zum Teil sind sie aber wohl auch durch Zersetzung von Cordierit entstanden. Diese Annahme wird bestätigt durch den Schliff der vorher erwähnten Pseudomorphose nach Cordierit aus dem Gneis von der Bodlesau. Hier handelt es sich um ein engverfilztes Aggregat chloritischer Massen, das nur in seiner Gesamtheit die Cordieritpseudomorphose bildet.

Nach Gareiß[1] werden solche Massen als Chlorophyllit bezeichnet. Wenn es sich hierbei auch nicht um ein einheitliches Mineral handelt, so möchte ich diesen Namen hier doch beibehalten.

An stets nur mikroskopisch kleinen Gemengteilen ist der Gneis ziemlich reich. Zunächst finden sich zahlreiche Kriställchen von Zirkon, Titanit und Epidot in dem Chlorophyllit eingelagert, die ersteren deutlich erkennbar an den pleochroitischen Höfen. Es wurden von mir Zirkonkristalle bis zu 0,09 mm längster Ausdehnung gemessen. Der nur sehr vereinzelt vorkommende Apatit hatte einmal sogar 0,1 mm Länge. Eine fasrige Masse von Sillimanit wurde nur einmal in geringer Ausdehnung beobachtet. Auch fanden sich an einer Stelle vollkommen undurchsichtige Erzpartikelchen, aber nur in sehr geringer Zahl und Ausdehnung.

Eigentlich nicht mehr als Nebengemengteil, sondern zu den sonst in diesem Gneis seltenen Übergemengteilen möchte ich ein ziemlich beträchtliches Vorkommen von Karbonat rechnen. Es finden sich außer sehr kleinen Umwandlungsfleckchen auf den Feldspäten auch selbständige Partien, besonders als Ausfüllung feiner Spalten,

[1] Tschermaks miner. und petrogr. Mitt. 20, 1 (1901).

die mehrfach in ihren Ausmessungen über 0,5 mm hinausgehen. Sonst sind Übergemengteile und fremde Einlagerungen nicht vorhanden.

Die chemische Analyse dieses Gneises wurde nach den vorher beschriebenen Methoden durchgeführt.

Sie ergab folgende Zusammensetzung:

	1	2	Mittel
SiO_2	65,13	65,11	65,12
TiO_2	0,54	0,54	0,54
Al_2O_3	16,32	16,21	16,27
Fe_2O_3	0,90	1,24	1,07
FeO	2,74	2,85	2,80
MnO	0,03	—	0,03
MgO	1,89	1,89	1,89
CaO	1,36	1,62	1,49
Na_2O	4,02	3,93	3,98
K_2O	3,39	3,36	3,38
H_2O (geb.)	1,71	(1,71)	1,71
H_2O (110°)	0,58	(0,58)	0,58
CO_2	0,47	(0,47)	0,47
	99,08	99,51	99,33

Von Phosphorsäure und Chlor ließen sich geringe Spuren nachweisen; Schwefel war nicht vorhanden.

1. 1,0968 g Subst.: 0,7143 g SiO_2; 0,2286 g Oxyde, davon 0,0058 g TiO_2, 0,0433 g Fe_2O_3 und 0,0003 g Mn_3O_4; 0,0149 g CaO; 0,0572 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5407 g Subst.: 0,0700 g KCl + NaCl; 0,0946 g K_2PtCl_6.
   0,9174 g Subst.: 0,0252 g FeO.
   1,9510 g Subst. gaben beim Erhitzen auf 110° 0,0114 g H_2O.
   1,9954 g Subst.: 0,0458 g Gesamtwasser.
   5,0057 g Subst.: 0,0233 g CO_2.

2. 1,0178 g Subst: 0,6627 g SiO_2; 0,2154 g Oxyde, davon 0,0055 g TiO_2 und 0,0449 g Fe_2O_3; 0,0165 g CaO; 0,0531 g $Mg_2P_2O_7$.
1,1465 g Subst.: 0,0404 g FeO.
0,5053 g Subst.: 0,0642 g KCl + NaCl; 0,0875 g K_2PtCl_6.

Alle Werte beziehen sich auf die lufttrockene Substanz.

Auf die bei 110° getrocknete Substanz umgerechnet, ergeben sich hieraus folgende Zahlen:

SiO_2	65,51
TiO_2	0,54
Al_2O_3	16,36
Fe_2O_3	1,08
FeO	2,82
MnO	0,03
MgO	1,90
CaO	1,50
Na_2O	4,00
K_2O	3,39
H_2O	1,72
CO_2	0,47
	99,31

Aus der Analyse läßt sich ein sicherer Schluß auf die ursprüngliche Natur dieses Gneises nicht ziehen. Die Anwesenheit von Sillimanit und von Umwandlungsprodukten des Cordierits deutet aber darauf hin, daß es sich um einen Sedimentgneis (Renchgneis) handelt.

Um die Stellung dieses Gneises im System zu ermitteln und ihn in dieser Hinsicht mit anderen Gneisen vergleichen zu können, ist es am zweckmäßigsten, die Analyse in der Weise zu berechnen, wie dies zuerst von Osann zur Klassifikation der Eruptivgesteine geschehen

und später von Grubenmann auf die kristallinen Schiefer ausgedehnt worden ist.

Hierzu ist die Kenntnis der Molekularverhältnisse notwendig, die ich daher in der folgenden Tabelle unter II neben den zugehörigen Analysenwerten unter I folgen lasse. Unter III sind die Molekularprozente, d. h. die auf 100 umgerechneten Molekularverhältnisse angegeben.

	I	II	III
SiO_2	65,51	108,46	68,76
TiO_2	0,54	0,679	0,43
Al_2O_3	16,36	16,008	10,14
Fe_2O_3	1,08	0,675	0,43
FeO	2,82	3,919	2,48
MnO	0,03	0,042	0,03
MgO	1,90	4,712	2,98
CaO	1,50	2,672	1,69
Na_2O	4,00	6,444	4,07
K_2O	3,39	3,603	2,28
H_2O	1,72	9,558	6,05
CO_2	0,47	1,064	0,67
	99,31	158,017	100,00

Theoretisch wäre es an und für sich möglich, aus den Molekularverhältnissen durch ein System von Gleichungen die mineralogische Zusammensetzung des Gneises zu errechnen. Die hierzu notwendigen Voraussetzungen sind aber in diesem Fall ganz unsicher, da weder die Zusammensetzung der Feldspäte, noch auch deren Verwitterungsgrad bekannt ist. Ebenso unsicher ist die Zusammensetzung der Glimmermineralien, namentlich des Chlorophyllits. Man müßte daher von ganz willkürlichen Annahmen ausgehen, wodurch das Ergebnis einer solchen Rechnung natürlich seinen Wert völlig verliert.

Die einzige Methode der Diskussion, die in diesem besonderen Falle brauchbare Ergebnisse zu liefern verspricht, ist, wie schon erwähnt, die von Osann und Grubenmann angegebene[1]. Nach Osann werden die Molekularwerte für Titansäure der Kieselsäure zugezählt; ferner wird das gesamte Eisen und Mangan als Eisenoxydul berechnet und dann alle Zahlen unter Weglassung der Werte für Wasser und Kohlensäure auf 100 umgerechnet.

Von den so erhaltenen, gegenüber der ursprünglichen Analyse etwas vereinfachten Molekularprozenten wird der Gehalt an Kieselsäure mit s bezeichnet. Die Alkalien werden mit Tonerde zu einer Atomgruppe $(NaK)_2Al_2O_4$ vereinigt und mit A bezeichnet. Diese bedingt aber durchaus keinen bestimmten Gehalt an SiO_2. Der Rest der Tonerde wird an Kalk gebunden zu einer Atomgruppe $CaAl_2O_4$, die mit C bezeichnet wird und ebenfalls ohne bestimmten Gehalt an SiO_2 gedacht wird. Der Rest der Metalloxyde wird zu einer Atomgruppe (MnMgFe)O unter F vereinigt.

Wenn bei dieser Berechnung ein Rest an Tonerde bleibt, d. h. wenn das Gestein im Osannschen Sinne mit Tonerde übersättigt ist, so muß nach Osann der Überschuß von Tonerde noch mit Magnesia und Eisen zu einer Atomgruppe $(MgFe)Al_2O_4$ vereinigt und zu C hinzugezählt werden.

Bei den kristallinen Schiefern ist es zweckmäßiger, nach dem Vorgang von Grubenmann diesen Überschuß an Tonerde, der mit T bezeichnet wird, für sich bestehen

[1] A. Osann, Versuch einer chemischen Klassifikation der Eruptivgesteine. Tschermaks mineral. u. petrogr. Mitteil. 19, 351 (1900). — U. Grubenmann, Die kristallinischen Schiefer. 2. Aufl. Berlin 1910, S. 134.

zu lassen. Nach dieser Art der Berechnung erscheint also der Wert für C kleiner und F größer als nach der Osannschen Methode. Reicht die Tonerde nach Abzug der mit den Alkalien vereinigten nicht aus, um allen Kalk zu binden, so wird der Überschuß an Kalk mit M bezeichnet.

Die drei Werte A, C und F werden nun auf die Summe 20 umgerechnet und erhalten dann die Bezeichnungen a, c, f, wobei sich $A : C : F = a : c : f$ verhält. Ferner wird das Verhältnis der Alkalien zueinander berücksichtigt und auf die Summe 10 umgerechnet. Dann genügt die Angabe eines Wertes, hier für $Na_2O = n$, da die Summe der Alkalien aus A ersichtlich ist. Schließlich wird die Kieselsäure zu Alkalien, Kalk, Eisen und Magnesia ins Verhältnis gesetzt und dieser Wert $\frac{s}{6A + 2C + F}$ mit k bezeichnet.

Wendet man diese Art der Berechnung auf den vorliegenden Gneis an, so erhält man für die vereinfachten Molekularprozente und die verschiedenen Atomgruppen folgende Werte:

SiO_2	74,19	s	74,19
Al_2O_3	10,87	A	6,82
FeO	3,11	C	1,81
MgO	3,20	F	6,30
CaO	1,81	T	2,23
Na_2O	4,38	M	—
K_2O	2,44	a	9,14
	100,00	c	2,42
		f	8,44
		n	6,43
		k	1,50

Es ist üblich, diese Zahlen auf halbe Einheiten abzurunden, so daß sich also für diesen Gneis von der Luisenhöhe die Formel

$$^{s}_{74}\ ^{a}_{9}\ ^{c}_{2,5}\ ^{f}_{8,5}\ ^{n}_{6,5}\ ^{k}_{1,5}$$

ergibt. Für die übliche Dreiecksprojektion nach Osann kommen hiervon nur die Größen a, c und f in Betracht.

2. Der Gneis vom Bohrer.

Dieser Gneis stammt aus dem Steinbruch an der Fahrstraße von Freiburg über Günterstal nach dem Friedrichshof, unmittelbar hinter dem Gasthaus zum Bohrer. In diesem Steinbruch zeigt das Gestein im allgemeinen ein sehr wenig einheitliches Bild. In regellosem Nebeneinander wechselt die Farbe zwischen rötlichgelb und bläulichgrau bis fast schwarz, indem die Schicht- und Kluftflächen mit einem rötlichen Eisenoxydbesteg bedeckt sind, während die blaugraue bis schwarze Farbe angebrochenen Gneisknauern angehört, die in unregelmäßiger Ausdehnung bis zu mehreren Kubikmetern Größe regellos verteilt sind. Doch ist die Grenze von einem zum andern nicht scharf zu ziehen, und ich möchte annehmen, daß es sich nur um einzelne weniger stark umgewandelte und verwitterte Teile ein und derselben Gneismasse handelt.

Diese Erscheinung und vor allem die sehr zahlreichen und ziemlich mächtigen Quarzknauern kennzeichnen den Gneis als Renchgneis. Von einer einheitlichen Lagerung läßt sich kaum reden. Eine Hauptstreichrichtung habe ich durch ihre häufige Wiederkehr als N 20 O mit 85° westlichem Fallen feststellen können. Diese entspricht etwa der Richtung des Taleinschnittes

und würde auch der von Graeff angegebenen Hauptstreichrichtung der Schwarzwaldgneise entsprechen. Doch ist auch hier nicht genau festzustellen, welche Richtung Regel und welche Ausnahme ist. Denn gerade in diesem Steinbruch ist der Gneis sehr stark zerdrückt und verfältelt. Er zeigt unzählige kleine Falten und Fältchen und Ausquetschungen, die sich ganz regellos um die stark pegmatitoidischen Quarzeinlagerungen anordnen. Die letzteren zeigen fast schriftgranitische Struktur und stellen durch ihr Auftreten einen gewissen Zusammenhang mit dem Gneis von der Luisenhöhe her. Zu erwähnen wären noch zwei Hauptkluftsysteme, einmal mit einer Streichrichtung N350W Fallen 30° W und ein zweites mit der Streichrichtung N70O Fallen 75° W, die durch ihr fast senkrecht zueinander verlaufendes Streichen und ein um 45° voneinander abweichendes Fallen bisweilen eine eigenartig parallelepipedische Absonderung bedingen.

Die Gesteinsstruktur wechselt zwischen körnig-streifig und flaserig in den besseren Teilen und geht in den schlechtesten in eine schiefrige über.

Das Korn ist ziemlich grob, so daß man makroskopisch deutlich Quarz, Feldspat und Glimmer unterscheiden kann.

Im Dünnschliff bietet sich mangels der Parallelanordnung des Glimmers zunächst ein ebenso buntes Bild wie im Gesteinsbruch. Man erkennt ohne weiteres, daß es sich um ein ziemlich frisches Gestein handelt; sowohl die Feldspäte wie der Biotit weisen nur geringe Zersetzungserscheinungen auf. Die Struktur ist hypidiomorph-körnig, an Granit erinnernd. Die Feldspäte, besonders der Plagioklas, zeigen häufig scharfe, kristallographische Begrenzung.

Der Feldspat zeigt schon im gewöhnlichen Lichte ein ganz eigentümliches Aussehen. Die Verwitterungsprodukte bilden keinen zusammenhängenden Schleier wie bei dem Gneis von der Luisenhöhe, sondern sind im wesentlichen auf die Spaltrisse beschränkt. Orthoklas und Plagioklas sind etwa in gleicher Menge vorhanden. Im Plagioklas überwiegt auch hier der Albitanteil, wie aus der geringen Auslöschungsschiefe, der niedrigen Lichtbrechung und der feinen Zwillingsstreifung hervorgeht.

Der Quarz ist im wesentlichen der gleiche wie im Gneis von der Luisenhöhe. An Menge steht er dem Feldspat gegenüber bedeutend zurück. Die undulöse Auslöschung ist sehr schön ausgeprägt. Von einem schachbrettartigen Aussehen kann dagegen kaum gesprochen werden. Zuweilen schließt er vollkommen modellartig ausgebildete Feldspatkriställchen ein. Die nur bei starker Vergrößerung wahrnehmbaren kleineren Einschlüsse, auch solche von Flüssigkeiten, ergeben sonst das nämliche Bild wie bei dem Gestein von der Luisenhöhe, nur sind sie viel weniger häufig.

Der Glimmer ist viel besser erhalten als in dem Gneis von der Luisenhöhe. Mineralogisch zeigt er die Eigenschaften des Biotits: nahezu Einachsigkeit und starken Pleochroismus. Chlorit ist kaum zu beobachten; die Chlorophyllitmassen fehlen vollständig.

Von den Nebengemengteilen treten Apatite und Zirkone mehr zurück. Die Zirkone sind unbeträchtlich in ihrer Ausbildung und erreichen weder nennenswerte Größe, noch bedeutende Anzahl. Soweit sie im Glimmer eingeschlossen sind, zeigen sie sehr schön die pleochroitischen Höfe. Von Erzen ist Magnetkies ziemlich häufig.

Von akzessorischen Bestandteilen wären vereinzelte Granate zu erwähnen. Auch ein Zoisitkriställchen wurde beobachtet.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

	1	2	Mittel
SiO_2	68,17	67,97	68,07
TiO_2	0,53	0,53	0,53
Al_2O_3	16,75	17,47	17,11
Fe_2O_3	0,37	0,21	0,29
FeO	2,69	2,66	2,68
MnO	0,07	0,08	0,08
MgO	1,22	1,28	1,25
CaO	2,93	2,96	2,95
Na_2O	3,04	3,31	3,18
K_2O	2,46	2,26	2,36
H_2O (geb.)	0,92	(0,92)	0,92
CO_2	0,15	(0,15)	0,15
H_2O (110°)	0,27	(0,27)	0,27
	99,57	100,07	99,84

Phosphorsäure und Chlor ließen sich nicht nachweisen, dagegen waren Spuren von Schwefel vorhanden:

1. 1,0001 g Subst.: 0,6818 g SiO_2; 0,2070 g Oxyde, davon 0,0053 g TiO_2, 0,0335 g Fe_2O_3 und 0,0007 g Mn_3O_4; 0,0293 g CaO; 0,0337 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0004 g Subst.: 0,0269 g FeO.
   0,5005 g Subst.: 0,0482 g $NaCl + KCl$; 0,0635 g K_2PtCl_6.
   5,0005 g Subst.: bei 110° 0,0137 g H_2O.
   2,0001 g Subst.: 0,0238 g Gesamtwasser.
   10,0078 g Subst.: 0,0151 g CO_2.

2. 1,0000 g Subst.: 0,6797 g SiO_2 : 0,2125 g Oxyde, davon 0,0053 g TiO_2, 0,0317 g Fe_2O_3 und 0,0008 g Mn_3O_4; 0,0297 g CaO; 0,0353 g $Mg_2P_2O_7$.
1,0002 g Subst.: 0,0266 g FeO.
0,5008 g Subst.: 0,0492 g $KCl + NaCl$; 0,0583 g K_2PtCl_6.

Auf die bei 110° getrocknete Substanz umgerechnet, ergeben sich hieraus folgende Zahlen:

SiO_2	68,26
TiO_2	0,53
Al_2O_3	17,16
Fe_2O_3	0,29
FeO	2,68
MnO	0,08
MgO	1,25
CaO	2,96
Na_2O	3,18
K_2O	2,37
H_2O	0,92
CO_2	0,15
	99,83

Der verhältnismäßig große Gehalt an Tonerde läßt auch vom chemischen Standpunkte darauf schließen, daß es sich um einen Sedimentgneis (Renchgneis) handelt.

Auch hier habe ich wiederum die Molekularverhältnisse berechnet und lasse sie mit 100 multipliziert in nachstehender Tabelle unter II folgen. Unter I stehen nochmals die Analysenzahlen und in Spalte III sind die Molekularprozente enthalten.

	I	II	III
SiO_2	68,26	113,200	72,50
TiO_2	0,53	0,667	0,43
Al_2O_3	17,16	16,790	10,75
Fe_2O_3	0,29	0,182	0,12
FeO	2,68	3,730	2,39
MnO	0,08	0,113	0,05
MgO	1,25	3,100	1,99
CaO	2,96	5,277	3,38
Na_2O	3,18	5,129	3,29
K_2O	2,37	2,516	1,61
H_2O	0,92	5,098	3,27
CO_2	0,15	0,344	0,22
	99,83	156,146	100,00

Berechnet man hieraus nach Osann-Grubenmann die Molekularprozente und daraus das Verhältnis der Atomgruppen, so findet man folgende Werte:

SiO_2	75,58	s	75,58
Al_2O_3	11,15	A	5,07
FeO	2,64	C	3,50
MgO	2,06	F	4,70
CaO	3,50	T	2,57
Na_2O	3,40	a	7,64
K_2O	1,67	c	5,28
	100,00	f	7,08
		n	6,71
		k	1,79

Hieraus ergibt sich für diesen Gneis die Formel

$$^{s}75{,}5\ ^{a}7{,}5\ ^{c}5{,}5\ ^{f}7\ ^{n}6{,}5\ ^{k}2{,}0$$

3. Der Gneis vom Jägerhäusle.

Der Steinbruch, dem das untersuchte Stück entnommen wurde, liegt an der Fahrstraße von Freiburg zum Jägerhäusle unmittelbar an der scharfen Kurve vor letzterem.

Oberflächlich erscheint dieser Gneis schon ziemlich verwittert. Der ganze Steinbruch ist nicht nur an den freiliegenden Schichtflächen, sondern auch an jeder anderen freiliegenden Bruchfläche mit einem rötlichen Eisenoxydbesteg bedeckt, der dem Gestein äußerlich eine rötliche Färbung gibt. Das zur Analyse verwendete Handstück zeigte senkrecht zur Schichtung eine tief dunkelblaugraue Farbe, die nur durch die Quarzkonkretionen durchbrochen wird. Diese sind wesentlich kleiner als beim Gneis von der Luisenhöhe, verleihen aber doch dem Ganzen das typische Aussehen eines Renchgneises. Auch stören dieselben nicht die Lagerungsbeobachtungen und Strukturverhältnisse.

Im Gegenteil zeigt der Gneis deutlich ebenplattige Lagen, die in raschem Wechsel von stärkeren, wenige Dezimeter dicken Schichten zu Millimeter dünnen herabgehen. Nach dem von mir gemessenen Streichen N 14 W mit 30° westlichem Fallen weicht auch dieser Gneis von

der allgemeinen Streichrichtung SW—NO ab, wenn auch nicht so sehr, wie der von der Luisenhöhe.

Er wird von mehreren parallelen Klüften mit einem ausgesprochenen ost-westlichen Streichen durchsetzt, die nahezu 70° W fallen. An diesen Klüften sind auch deutliche Verwerfungen mit verschiedenen Sprunghöhen bis zu 50 cm zu beobachten; eine derselben zeigt eine deutliche Flexur. Kleinere Falten und Flexuren treten örtlich sehr zahlreich auf, vermögen aber ebensowenig wie die erwähnten Quarzknauern die allgemeine Struktur zu beeinträchtigen.

Diese ist durch das feine Korn und die lagenweise Absonderung deutlich körnig-schiefrig. Die Glimmerblättchen sind fast ausnahmslos parallel angeordnet und verleihen den Spaltflächen parallel zur Schieferung einen ziemlichen Glanz. Durch diese Parallelanordnung des Glimmers ist wohl auch die plattige Absonderung bedingt, die dem Ganzen ein stark glimmerschieferähnliches Aussehen verleiht.

Makroskopisch erscheint der Gneis äußerst feinkörnig, und nur vereinzelte Quarz- und Feldspatkörnchen sind neben einzelnen Glimmerblättchen im Handstück ohne weiteres zu erkennen.

Im Dünnschliff zeigt er im Gegensatz zu den beiden vorher beschriebenen Gneisen ein sehr viel feineres, ziemlich gleichmäßiges Korn. Wiederum verhältnismäßig leicht ist im Dünnschliff der Feldspat an seinem Schleier von Verwitterungsprodukten zu erkennen. Im polarisierten Licht erweist er sich meistenteils als Orthoklas.

Der Quarz zeigt dasselbe Aussehen wie beim Gneis von der Luisenhöhe. Im wesentlichen ist er im gewöhn-

lichen Licht eine wasserhelle Masse, die verhältnismäßig wenig fremde Einschlüsse enthält. Die Individuen mit undulöser Auslöschung sind nicht so zahlreich vertreten, was darauf schließen ließe, daß er einem weniger starken Druck ausgesetzt gewesen ist. Bemerkenswert ist noch, daß der Quarz hier auch größere Mineralkörner eingeschlossen hat, z. B. Feldspäte mit allseitiger kristallographischer Begrenzung.

Der Glimmer erscheint fast völlig frisch. Er ist leicht als Biotit zu erkennen, der in der Hauptsache mit der Basis parallel zur Schieferung des Gesteins angeordnet ist. Er zeigt einen starken Pleochroismus und zwar $c = b > a$, wobei c oder b dunkelbraun und a hellgelb bis farblos ist. Schnitte nach OP zeigen einen sehr kleinen Achsenwinkel. Einige in Korn und Struktur den Glimmern sehr ähnliche Partikelchen von blaßgrünlicher Farbe und nur sehr schwachem oder gar keinem Pleochroismus ließen sich als Chlorit erkennen.

An Nebengemengteilen sind in erster Linie einige Apatitkörner zu erwähnen. Die Zirkone erreichen hier eine größte Ausdehnung von etwa 0,1 mm.

Übergemengteile sind nur sehr spärlich vorhanden. Häufiger als im Gneis von der Luisenhöhe sind die Erzpartikel, die auch größere Ausdehnung erlangen. Magnetkies wurde mit einer längsten Ausdehnung von 0,2 mm beobachtet. Ebenfalls zu den akzessorischen Bestandteilen sind kleine Körnchen von Granat zu rechnen.

Die chemische Analyse dieses Gneises ergab folgende Zusammensetzung:

	1	2	3	Mittel
SiO_2	72,72	73,03	73,01	72,92
TiO_2	0,64	0,63		0,64
Al_2O_3	12,58	13,04		12,81
Fe_2O_3	0,99	1,10	16,99	1,05
FeO	2,51	2,55		2,53
MnO	0,04	0,04		0,04
MgO	1,74	1,36	1,06	1,39
CaO	2,18	1,86	1,99	2,01
Na_2O	2,84	(2,84)	(2,84)	2,84
K_2O	2,45	(2,45)	(2,45)	2,45
H_2O (geb.)	0,86	(0,86)	(0,86)	0,86
CO_2	0,03	(0,02)	(0,03)	0,03
H_2O (110°)	0,49	(0,49)	(0,49)	0,49
	100,07	100,27	99,72	100,06

Phosphorsäure und Schwefel ließen sich nicht nachweisen, dagegen Spuren von Chlor.

1. 1,0025 g Subst.: 0,7291 g SiO_2; 0,1707 g Oxyde, davon 0,0064 g TiO_2, 0,0379 g Fe_2O_3 und 0,0004 g Mn_3O_4; 0,0218 g CaO; 0,0482 g $Mg_2P_2O_7$.
   0,5000 g Subst.: 0,0461 g $KCl + NaCl$; 0,0631 g K_2PtCl_6.
   1,0005 g Subst.: 0,0251 g FeO.
   3,8915 g Subst.: bei 110° 0,0192 g H_2O.
   1,1235 g Subst.: 0,0152 g Gesamtwasser.
   5,0044 g Subst.: 0,0017 g CO_2.
2. 1,0008 g Subst.: 0,7309 g SiO_2; 0,1766 g Oxyde, davon 0,0063 g TiO_2, 0,0394 g Fe_2O_3 und 0,0004 g Mn_3O_4; 0,0186 g CaO; 0,0376 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0011 g Subst.: 0,0255 g FeO.
   9,5958 g Subst.: 0,0014 g CO_2.
3. 1,0004 g Subst.: 0,7304 g SiO_2; 0,1700 g Oxyde; 0,0199 g CaO; 0,0293 g $Mg_2P_2O_7$.

Diese Werte sind auf die lufttrockene Substanz bezogen; auf die bei 110° getrocknete Substanz umgerechnet ergeben sich folgende Zahlen:

SiO_2	73,34
TiO_2	0,64
Al_2O_3	12,88
Fe_2O_3	1,06
FeO	2,54
MnO	0,04
MgO	1,39
CaO	2,02
Na_2O	2,85
K_2O	2,46
H_2O	0,86
CO_2	0,03
	100,11

Aus den unter I nochmals angegebenen Analysenzahlen ergeben sich die unter II angeführten Molekularverhältnisse und aus diesen die unter III stehenden Molekularprozente.

	I	II	III
SiO_2	73,34	121,620	76,80
TiO_2	0,64	0,799	0,50
Al_2O_3	12,88	12,603	7,97
Fe_2O_3	1,06	0,664	0,42
FeO	2,54	3,535	2,23
MnO	0,04	0,056	0,04
MgO	1,39	3,447	2,18
CaO	2,02	3,601	2,27
Na_2O	2,85	4,597	2,90
K_2O	2,46	2,612	1,65
H_2O	0,86	4,774	3,01
CO_2	0,03	0,045	0,03
	100,11	158,354	100,00

Nach der Osann-Grubenmannschen Methode berechnen sich hieraus folgende vereinfachte Molekularprozente und aus diesen die nachstehenden Werte für die einzelnen Atomgruppen.

SiO_2	79,76	s	79,76
Al_2O_3	8,22	A	4,70
FeO	2,73	C	2,35
MgO	2,25	F	4,98
CaO	2,35	T	1,16
Na_2O	2,99	a	7,81
K_2O	1,70	c	3,91
	100,00	f	8,28
		n	6,37
		k	2,10

Als Formel für diesen Gneis ergibt sich demnach

$$s_{80}\ a_{8}\ c_{4}\ f_{8}\ n_{6,5}\ k_{2}$$

4. Der Gneis von Yach bei Elzach.

Der Steinbruch, dem die zur Untersuchung benutzten Stücke entnommen wurden, liegt nicht in so unmittelbarer Nähe von Freiburg, wie die drei andern, sondern weiter nordöstlich in einem Seitentale des Elztales, kurz vor dem Dorfe Yach, 4 km östlich von Elzach. Ich habe den Gneis deshalb untersucht, weil dieser Steinbruch durch den Bau der neuen Straße von Elzach nach Yach etwa 6 m vertieft wurde und ich daher dort besonders gutes Material erhielt. Makroskopisch erscheint der Gneis durchaus frisch und unverwittert.

Nach halbjährigem Freiliegen der Bruchwände zeigt das Gestein noch ganz deutlich zwei vollkommen verschiedene Farbentöne. Die alten Kluftflächen, die jetzt nur ans Tageslicht gefördert sind, sind mit einem rötlichgelben Eisenoxydbesteg bedeckt. Dieser unterscheidet die Flächen ganz deutlich von den durch den Abbau erst geschaffenen Bruchflächen, die eine blaugraue Farbe zeigen. Diese blaugraue Farbe besitzt der frische Gneis auch im Handstück.

Der Farbenwechsel auf den verschiedenen Flächen ist im großen ganzen viel schärfer gegeneinander getrennt wie beim Bohrer. Es ist leicht ein gewisser Zusammenhang zwischen allen frischen, blaugrauen Stellen herzustellen, die ein einheitliches Ganzes gebildet haben mögen, das auf Klüften von pegmatitoidischen Granitgängen durchsetzt wird. Es läßt sich daher auch trotz dieser Gänge eine einheitliche Lagerung und Struktur erkennen. Letztere

wird ferner durch die sehr deutlichen, aber fast ausnahmslos konkordant gelagerten Quarzkonkretionen nicht wesentlich gestört.

Der ganze Habitus des Gneises läßt auf einen Renchgneis schließen. Inwieweit derselbe durch die granitisch-pegmatitoidischen Gänge beeinträchtigt wird, wird sich bei der Diskussion der Analyse weiter unten zeigen.

Die Lagerung des Gneises ist fast völlig horizontal, so daß scharfe Gradmessungen für Fallen und Streichen nicht gut möglich waren. Hauptstreichen ist immerhin O—W, denn es kommen geringe Abweichungen im Fallen aus der Horizontale in erster Linie nach Norden vor; aber auch bisweilen nach NO und NW. Ferner konnte ich zwei deutliche Kluftsysteme feststellen, die durch ihr nahezu senkrecht zueinander verlaufendes Streichen eine parallelepipedische Absonderung bedingen.

Am Westende des Bruches konnte ich für diese Klüfte ein Streichen N 320 W, Fallen 80 SW und Streichen N 60 O, Fallen 7 NW messen. Allerdings ändert sich der Winkel, den die Klüfte miteinander bilden, nach Osten zu und wird spitzer, so daß ich dort Streichen N 40 O, Fallen senkrecht und Streichen N 340 W, Fallen senkrecht feststellen konnte.

Wie sich die Lage der Klüfte von Westen nach Osten im Bruch ändert, so auch die Gesteinsstruktur. Diese wechselt von einer körnig-streifigen im Westen, ist im Übergang flaserig, durch die konkordant eingelagerten Quarzkonkretionen deutlich erkennbar, und wird nach Osten zu immer schiefriger, so daß am Ostende schon fast glimmerschieferähnliche, plattige Absonderung zu sehen ist.

Die sehr zahlreichen Quarzkonkretionen lassen den Renchgneis erkennen.

Als makroskopisch erkennbare Bestandteile kommen Quarz, Feldspat und dunkler Glimmer in Betracht. Doch ist auch hier das Korn ziemlich fein, so daß erst im Dünnschliff eine genauere Bestimmung möglich ist.

Der Feldspat ist vorwiegend Orthoklas; er ist nur sehr wenig verwittert. Kristallographische Begrenzung fehlt fast ganz.

Quarz und Glimmer zeigen wenig Abweichung gegenüber dem bei den Gneisen vom Bohrer und Jägerhäusle Beobachteten. Der Glimmer ist Biotit mit starkem Pleochroismus.

An Nebengemengteilen sind Apatite und Zirkone zu erwähnen. Granaten kommen in größerer Anzahl und Ausdehnung vor.

An akzessorischen Bestandmassen findet sich hier ebenfalls Magnetkies.

Die Analyse ergab folgende Resultate:

	1	2	3	Mittel
SiO_2	63,65	63,64	63,61	63,63
TiO_2	0,86		0,62	0,74
Al_2O_3	17,26		17,21	17,24
Fe_2O_3	1,73	23,82	1,56	1,65
FeO	3,56		3,83	3,70
MnO	0,11		0,08	0,10
MgO	(1,16)	1,71	1,75	1,73
CaO	4,17	4,27	4,11	4,18
Na_2O	3,13	(3,13)	(3,13)	3,13
K_2O	3,41	(3,41)	(3,41)	3,41
H_2O (geb.)	0,08	(0,08)	(0,08)	0,08
CO_2	0,07	(0,07)	(0,07)	0,07
H_2O (110 °)	0,36	(0,36)	(0,36)	0,36
	99,95	100,39	99,82	100,02

Phosphorsäure und Schwefel ließen sich nicht nachweisen, dagegen waren Spuren von Chlor vorhanden.

1. 1,0000 g Subst.: 0,6365 g SiO_2; 0,2391 g Oxyde, davon 0,0086 g TiO_2, 0,0569 g Fe_2O_3 und 0,0011 g Mn_3O_4; 0,0417 g CaO; 0,0419 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0001 g Subst.: 0,0356 g FeO.
   0,5000 g Subst.: 0,0565 g NaCl + KCl; 0,0880 g K_2PtCl_6
   5,0005 g Subst.: bei 110° getr. 0,0181 g H_2O.
   3,1352 g Subst.: 0,0140 g Gesamtwasser.
   10,0007 g Subst.: 0,0067 g CO_2.
2. 1,0003 g Subst.: 0,6366 g SiO_2; 0,2373 g Oxyde; 0,0427 g CaO; 0,0472 g $Mg_2P_2O_7$.
3. 1,0008 g Subst.: 0,6366 g SiO_2; 0,2364 g Oxyde, davon 0,0062 g TiO_2, 0,0581 g Fe_2O_3 und 0,0008 g Mn_3O_4; 0,0411 g CaO; 0,0484 g $Mg_2P_2O_7$.
   1,0002 g Subst.: 0,0383 g FeO.

Auf die bei 110° getrocknete Substanz umgerechnet, ergeben sich hieraus folgende Zahlen:

	Mittel
SiO_2	63,86
TiO_2	0,74
Al_2O_3	17,30
Fe_2O_3	1,65
FeO	3,71
MnO	0,09
MgO	1,74
CaO	4,20
Na_2O	3,14
K_2O	3,42
H_2O	0,08
CO_2	0,07
	100,02

Auch hier wurden aus den Analysenzahlen (I) die Molekularverhältnisse (II) und aus diesen die Molekularprozente (III) berechnet.

	I	II	III
SiO_2	63,86	105,900	70,05
TiO_2	0,74	0,924	0,61
Al_2O_3	17,30	16,930	11,20
Fe_2O_3	1,65	1,033	0,69
FeO	3,71	5,163	3,42
MnO	0,09	0,127	0,07
MgO	1,74	4,311	2,85
CaO	4,20	7,488	4,95
Na_2O	3,14	5,064	3,35
K_2O	3,42	3,635	2,40
H_2O	0,08	0,444	0,30
CO_2	0,07	0,159	0,11
	100,02	151,178	100,00

Unter Weglassung von Wasser und Kohlensäure ergeben sich hieraus nach der Methode von Osann-Grubenmann folgende Molekularprozente und Werte für die einzelnen Atomgruppen.

SiO_2	70,96	s	70,96
Al_2O_3	11,27	A	5,78
FeO	4,14	C	4,98
MgO	2,87	F	7,01
CaO	4,98	T	0,51
Na_2O	3,37	a	6,50
K_2O	2,41	c	5,61
		f	7,89
		n	5,83
		k	1,37

Die Formel dieses Gneises ist demnach

$$s_{71}\ a_{6,5}\ c_{5,5}\ f_{8}\ n_{6}\ k_{1,5}$$

Der besseren Übersicht wegen seien am Schluß noch einmal die Ergebnisse der vier Gneisanalysen sowie die vereinfachten Molekularprozente und die sich hieraus ergebenden Gruppen- und Projektionswerte nach Osann-Grubenmann zusammengestellt.

	I Gneis von der Luisenhöhe	II Gneis vom Bohrer	III Gneis vom Jägerhäusle	IV Gneis von Yach
SiO_2	65,51	68,26	73,34	63,86
TiO_2	0,54	0,53	0,64	0,74
Al_2O_3	16,36	17,16	12,88	17,30
Fe_2O_3	1,08	0,29	1,06	1,65
FeO	2,82	2,68	2,54	3,71
MnO	0,03	0,08	0,04	0,09
MgO	1,90	1,25	1,39	1,74
CaO	1,50	2,96	2,02	4,20
Na_2O	4,00	3,18	2,85	3,14
K_2O	3,39	2,37	2,46	3,42
H_2O	1,72	0,92	0,86	0,08
CO_2	0,47	0,15	0,03	0,07
	99,31	99,83	100,11	100,02

Molekularprozente:

	I	II	III	IV
SiO_2	74,19	75,58	79,76	70,96
Al_2O_3	10,87	11,15	8,22	11,27
FeO	3,11	2,64	2,73	4,14
MgO	3,20	2,06	2,25	2,87
CaO	1,81	3,50	2,35	4,98
Na_2O	4,38	3,40	2,99	3,37
K_2O	2,44	1,67	1,70	2,41
	100,00	100,00	100,00	100,00

Gruppenwerte:

	I	II	III	IV
s	74,2	75,6	79,8	71,0
A	6,8	5,1	4,7	5,8
C	1,8	3,5	2,4	5,0
F	6,3	4,7	5,0	7,0
M	–	—	-	—
T	2,2	2,6	1,2	0,5
n	6,4	6,7	6,4	5,8
k	1,5	1,8	2,1	1,4

Projektionswerte:

	I	II	III	IV
a	9,0	7,5	8,0	6,5
c	2,5	5,5	4,0	5,5
f	8,5	7,0	8,0	8,0

Betrachtet man die Tabelle der Gruppenwerte, so sieht man, daß zunächst einmal allen Gneisen gemeinsam ein ziemlich hoher Kieselsäuregehalt ist, der, wie die Werte von k zeigen, durch das Vorhandensein von Quarz bedingt ist. Ferner besitzen sie alle einen Tonerdeüberschuß, der allerdings bei dem Gneis von Yach nicht sehr groß ist. Kali und Natron sind annähernd im gleichen Verhältnis vorhanden, jedoch überwiegt bei allen das Natron.

Um sie mit den früher analysierten Schwarzwaldgneisen vergleichen zu können, habe ich aus den in der Einleitung angeführten Analysen ebenfalls Molekularprozente, Gruppen- und Projektionswerte berechnet und dabei folgende Zahlen erhalten.

Molekularprozente:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SiO_2	79,30	75,81	79,25	73,64	71,90	72,40	70,36	77,98	85,61
Al_2O_3	8,85	9,47	8,50	10,66	10,96	11,08	11,62	8,55	5,17
FeO	2,17	4,49	1,71	4,34	5,54	4,99	6,50	3,95	2,53
MgO	0,78	1,84	0,34	2,12	1,64	4,04	4,29	1,90	1,92
CaO	3,42	2,31	3,10	3,95	1,44	0,96	1,13	2,00	0,54
Na_2O	4,13	5,37	5,20	4,22	3,56	3,62	3,15	4,07	2,90
K_2O	1,35	0,71	1,90	1,07	4,96	2,91	2,95	1,55	1,33
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Gruppenwerte:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
s	79,30	75,81	79,25	73,64	71,90	72,40	70,36	77,98	85,61
A	5,48	6,08	7,10	5,29	8,52	6,53	6,10	5,62	4,23
C	3,37	2,31	1,40	3,95	1,44	0,96	1,13	2,00	0,54
F	3,00	6,33	3,75	6,46	7,18	9,03	10,79	5,85	4,45
M	0,05		1,70	—	—	-			—
T	—	1,88	—	1,42	1,0	3,59	4,39	0,93	0,40
k	1,9	1,6	1,6	1,6	1,2	1,4	1,6	1,8	2,8

Projektionswerte:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a	9	8.5	12	7	9,5	8	7	8,5	9
c	6	3	2	5	2	1	1	3	1
f	5	8,5	6	8	8,5	11	12	8,5	10

Molekularprozente:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	
82,08	82,17	74,76	76,63	77,84	70,62	73,74	66,12	77,60	SiO_2
7,12	7,43	9,73	9,27	8,04	10,53	14,53	15,37	8,05	Al_2O_3
1,35	1,54	3,35	2,79	3,98	6,70	4,22	5,90	4,40	FeO
0,36	0,36	2,68	3,14	1,36	5,65	0,50	2,00	2,34	MgO
0,52	0,69	3,10	3,08	2,00	1,08	3,73	6,81	1,45	CaO
3,80	3,87	4,67	2,98	3,71	3,06	2,33	2,86	3.63	Na_2O
4,77	3,94	1,71	2,11	3,07	2,36	0,95	0,94	2,53	K_2O
100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	

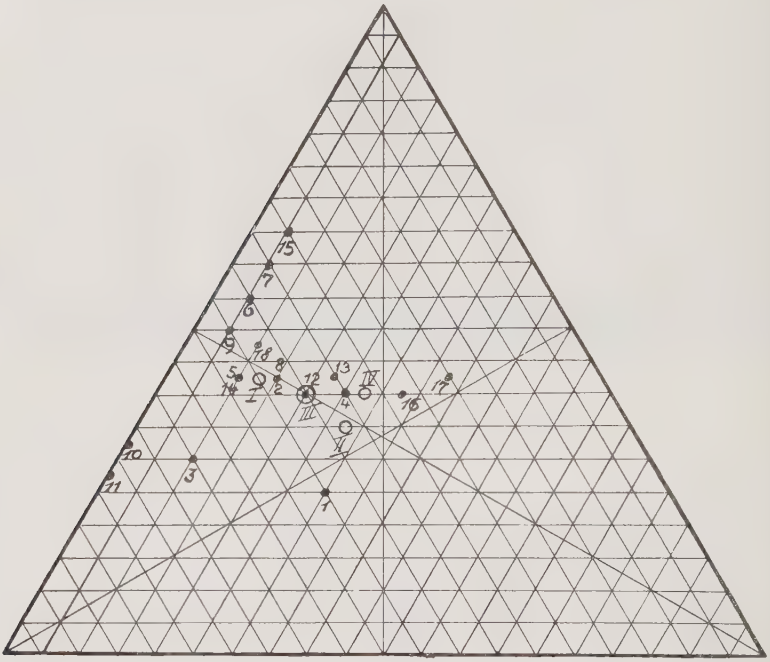
Gruppenwerte:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	
82,08	82,17	74,56	76,63	77,84	70,62	73,74	66,12	77,67	s
7,12	7,43	6,38	5,09	6,78	5,42	3,28	3,80	6,16	A
—	—	3,10	3,08	1,26	1,08	3,73	6,81	1,45	C
3,68	2,97	6,03	5,93	6,08	12,35	4,72	7,90	6,74	F
1,97	1,07		—	0,74	—		—	—	M
—		0,25	1,10	—	4,03	7,52	4,76	0,44	T
1,8	1,7	1,5	1,4	1,6	1,5	2,3	1,5	1,7	k

Projektionswerte:

10	11	12	13	14	15	16	17	18	
13,5	14,5	8	7	9,5	6	5,5	4	8,5	a
0	0	4	4,5	2	1	6,5	7,5	2	c
6,5	5,5	8	8,5	8,5	13	8	8.5	9,5	f

Trägt man diese Werte in üblicher Weise in das Osannsche Dreieck ein, so erhält man folgendes Bild:

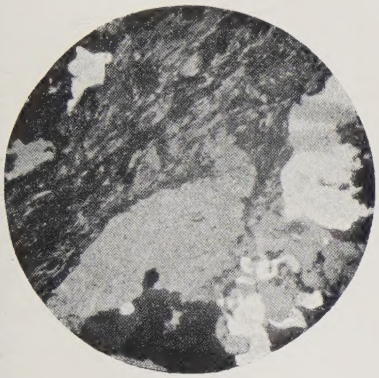


Vergleicht man dieses Projektionsbild mit den von Grubenmann[1] für seine verschiedenen Gneisgruppen gegebenen, so sieht man, daß die Mehrzahl der Schwarzwaldgneise, insbesondere die vier von mir analysierten, eine Mittelstellung zwischen der ersten und zweiten Gruppe von Grubenmann, d. h. zwischen den Alkalifeldspatgneisen und den Tonerdesilikatgneisen einnehmen. Da nun die ersteren vorwiegend eruptiven, die letzteren

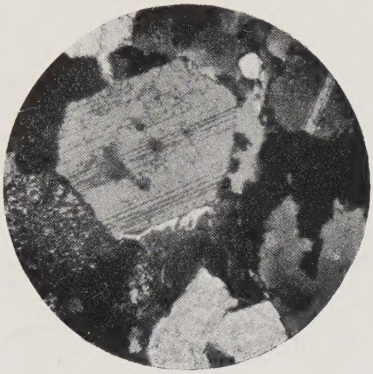
[1] U. Grubenmann, Die kristallinen Schiefer. 2. Aufl. Berlin 1910. S. 160 u. 175.

sedimentären Ursprungs sind, könnte man hieraus den Schluß ziehen, daß man es hier mit Misch- oder Intrusivgneisen zu tun hätte. Dieser Schluß ist gewiß bei einer Reihe von Gneisen, die sicher rein eruptiver (Schapbachgneise) oder rein sedimentärer (Renchgneise) Natur sind, nicht berechtigt, bei einigen aber und zumal bei den von mir untersuchten auch nach den Beobachtungen im Felde jedenfalls nicht von der Hand zu weisen.

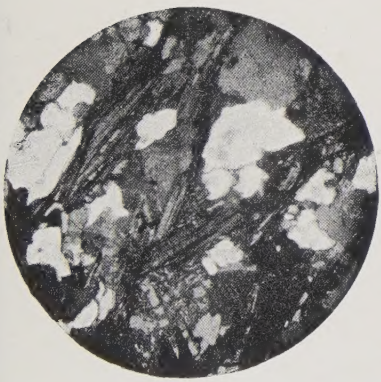
Die vorstehende Arbeit wurde ausgeführt im chemischen Universitätslaboratorium zu Freiburg i. Br. (Abt. d. naturwiss.-math. Fak.) unter freundlicher Anleitung des Herrn Prof. Dr. W. Meigen, dem ich auch an dieser Stelle, ebenso wie Herrn Landesgeologen Dr. K. Schnarrenberger und Herrn Privatdozenten Dr. J. Soellner für ihre liebenswürdige Unterstützung mit Rat und Tat hierdurch meinen herzlichen Dank ausspreche.



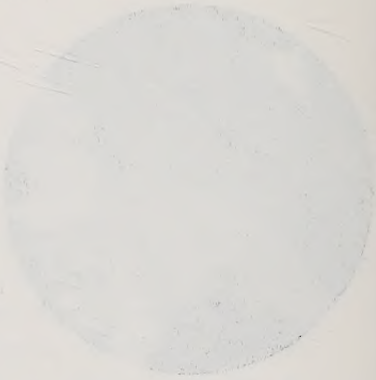
I. Luisenhöhe.



II. Bohrer.



III. Jägerhäusle.

IV. Yach.

Vergrößerung 60fach. Nicols gekreuzt.